

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-133431
(P2001-133431A)

(43) 公開日 平成13年5月18日 (2001.5.18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト* (参考)

G 0 1 N 27/409

G 0 1 N 27/58

B 2 G 0 0 4

27/416

27/46

3 7 1 G

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-310306

(22) 出願日 平成11年10月29日 (1999. 10. 29)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 松尾 康司

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 赤塚 正二

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74) 代理人 100095751

弁理士 菅原 正倫

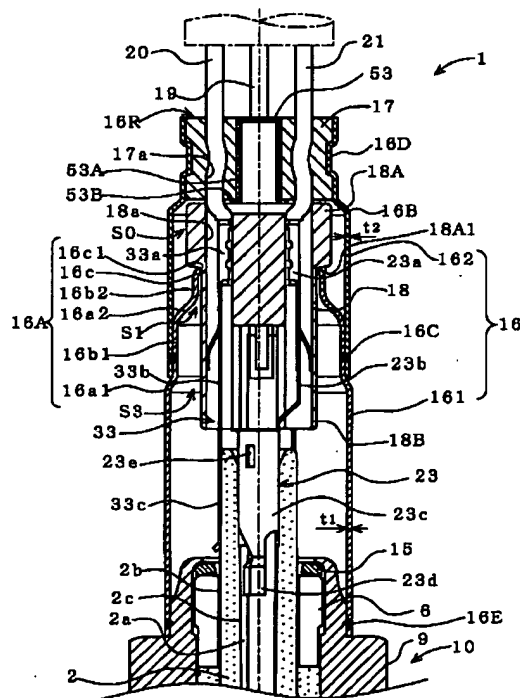
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスセンサ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 セパレータの破損によるリード線の短絡とグロメットのシール性の低下による水等の浸入とを効果的に防止する。

【解決手段】 外筒16は軸線方向において前後に複数分割され、これら複数の外筒部材のうち所定の隣合う前方側外筒部材161と後方側外筒部材162とがほぼ同軸的に連結され、この連結部が熱伝導に対して緩衝作用を有している。つまり、連結部が熱伝導の妨げとなり、エンジン等の発熱による検出素子側（前方側）での高温状態がグロメット側（後方側）に熱伝達されにくい。したがって、連結部の存在によってグロメット17への熱伝達量が減少し、グロメットによるシール性の低下を防止できる。さらに、外筒の前端開口部の内周面が、主体金具9の外周面に対して直接又は他部材を介して間接的に接合する形態で、外筒と主体金具とが連結される。主体金具に対して外筒を外側から被せるように連結することで、外筒を径方向の外側に配置させやすくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 外筒と、

該外筒とほぼ同軸的に連結される主体金具の内側に配置され、前方側が測定対象となるガスに向けられる軸状の検出素子と、

前記検出素子よりも後方側でかつ前記外筒の内側に配置され、前記検出素子と接続されるリード線を挿通するための第一リード線挿通孔を有するセパレータと、

前記外筒の後端開口部に配置され、前記リード線を挿通するための第二リード線挿通孔を有するグロメットとを備え、

前記外筒は軸線方向において前後に複数分割され、これら複数の外筒部材のうち所定の隣合う前方側外筒部材と後方側外筒部材とがほぼ同軸的に連結される構成を有するとともに、

前記前方側外筒部材と前記後方側外筒部材とのうちいずれか一方には、前記セパレータの本体部外周に外向きに突出する形態で形成されるセパレータ側支持部を支持するための外筒側支持部が形成されており、

さらに、前記外筒の前端開口部の内周面が、前記主体金具の外周面に対して直接又は他部材を介して間接的に接合する形態で、前記外筒と前記主体金具とが連結されていることを特徴とするガスセンサ。

【請求項2】 前記前方側外筒部材の肉厚 t_1 が、前記後方側外筒部材の肉厚 t_2 に対して $t_1 \geq t_2$ の関係にある請求項1記載のガスセンサ。

【請求項3】 前記前方側外筒部材の肉厚 t_1 が $0.5 \leq t_1 \leq 0.8$ mmを満足し、かつ前記後方側外筒部材の肉厚 t_2 が $0.3 \leq t_2 \leq 0.5$ mmを満足する請求項1又は2記載のガスセンサ。

【請求項4】 前記外筒の前端開口部の内周面と前記主体金具の外周面とを接合する第一全周接合部が、前記主体金具の周方向に沿って形成されている請求項1ないし3のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項5】 前記前方側外筒部材と前記後方側外筒部材とはほぼ同軸的に重ね合わされて接合する形態で連結されており、その連結部を接合する第二全周接合部が前記連結部の周方向に沿って形成されている請求項1ないし4のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項6】 前記外筒は、前記前方側外筒部材及び前記後方側外筒部材の二部材より構成されている請求項1ないし5のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項7】 前記セパレータ側支持部の径方向外周面と、その径方向外周面に対向する部位における前記外筒の内周面との間に環状の隙間S0が形成されている請求項1ないし6のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項8】 前記外筒には、前記グロメットの配置部位よりも前方側において、内径が前方に向かうほど連続的に又は段階的に大きくなる形態を有する拡径部が設けられている請求項1ないし7のいずれかに記載のガスセ

ンサ。

【請求項9】 前記外筒側支持部には、内径が連続的に又は段階的に変化する形態を有する縮径部が軸線方向において一つ以上設けられ、前記外筒側支持部の最小内径が前記セパレータの前記本体部の外径とほぼ同径に形成されている請求項1ないし8のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項10】 前記外筒の後端開口部の内径が、前記セパレータ側支持部の外径とほぼ同径に形成されている請求項1ないし9のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項11】 前記グロメットは、前記セパレータの後端面に直接又は他部材を介して間接的に接触している請求項1ないし10のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項12】 外筒と、

該外筒とほぼ同軸的に連結される主体金具の内側に配置され、前方側が測定対象となるガスに向けられる軸状の検出素子と、

前記検出素子よりも後方側でかつ前記外筒の内側に配置され、前記検出素子と接続されるリード線を挿通するための第一リード線挿通孔を有するセパレータと、

前記外筒の後端開口部に配置され、前記リード線を挿通するための第二リード線挿通孔を有するグロメットとを備え、

前記外筒は軸線方向において前後に複数分割され、これら複数の外筒部材のうち所定の隣合う前方側外筒部材と後方側外筒部材とがほぼ同軸的に連結される構成を有するとともに、

前記前方側外筒部材と前記後方側外筒部材とのうちいずれか一方には、前記セパレータの本体部外周に外向きに突出する形態で形成されるセパレータ側支持部を支持するための外筒側支持部が形成されており、

さらに、前記グロメットには、液体の透過は阻止し、かつ気体の透過は許容する通気部が設けられていることを特徴とするガスセンサ。

【請求項13】 前記セパレータ側支持部の径方向外周面と、その径方向外周面に対向する部位における前記外筒の内周面との間に環状の隙間S0が形成されている請求項12記載のガスセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、酸素センサ、HCセンサ、NO_xセンサなど、測定対象となるガス中の被検出成分を検出するためのガスセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、上述のようなガスセンサとして、固体電解質部材の両面に電極層が形成された筒状ないし板状の検出素子を、筒状のケーシングの内側に配置した構造のものが知られている。例えばガスセンサとして代表的な酸素センサの場合、先端部が閉じた中空軸状の固体電解質部材の内外面にそれぞれ電極層が形成され

た酸素検出素子を、前方側が測定対象となるガスに向けられるような形で筒状の外筒内に配置した構造のものが広く用いられている。そして酸素検出素子の先端外面を自動車等の内燃機関から排出される排ガスと接触させるとともに、その内面に基準ガスとしての大気を導入して、その内外面に生ずる酸素濃度電池起電力を、ガス中の酸素濃度の検出信号として内外電極層からリード線を介して外筒の外側へ取り出している。また、上記のような酸素センサにおいては、複数のリード線をケーシングから取り出すために、酸素検出素子の後端部側に複数のリード線挿通孔が形成されたセラミックセパレータを配置させ、各リード線が対応するリード線挿通孔に個別に挿通されることが多い。このようにセラミックセパレータを使用することにより、リード線同士の短絡の防止を図っている。さらにこのような酸素センサでは、複数のリード線挿通孔を有して上記リード線が個別に挿通されるゴム製グロメットが、外筒の後端開口部に挿入される構造を有することも多い。このような場合にはゴムの弾性力により、リード線と外筒の開口部内壁との間がグロメットで封止されている。なお、外筒の前端部は主体金具に対して加締め構造によって取り付けられるのが一般的である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような酸素センサの自動車における取り付け位置は一般にエキゾーストマニホールドや車両の足回り部分に近い排気管等であり、車両走行時にはかなりの高温になる。また酸素センサ（検出素子）の作動温度が300℃以上と高いため、車両始動時等のエンジン低温時に酸素センサが所定の機能を発揮するように、ヒータにより検出素子を強制加熱する構造が一般に採用されている。これらの結果、ヒータによる発熱にエンジンからの発熱も重なって酸素センサの外筒の温度が上昇し、外筒が高温下に晒されることになる。そして、外筒からの熱伝導により外筒の後端開口部に配置されたグロメットも高温下に晒されることになる。それより、圧縮状態のグロメットが長時間高温下に晒されると、やがてゴムの弾性が劣化して永久変形歪が生じやすくなり、グロメットによるリード線と外筒の開口部内壁との間のシール性が低下する恐れがある。上記したように酸素センサの取り付け位置は比較的低位であることが多いので、グロメットによるシール性が低下した状態で雨水やタイヤの跳ね水等を被ったときに酸素センサの内部に水等が浸入しやすくなる。

【0004】また、酸素センサの取り付け位置が排気管等の比較的低位であることは、路面からの跳ね石等が酸素センサとりわけ外筒に当たる確率の増加をもたらす。例えば外筒が跳ね石等の衝撃を受けて変形等したとき、跳ね石等による衝撃力が外筒を介してその内側に配置されるセラミックセパレータに伝わり、セラミックセパレータの破損（割れ・欠け等）に至る恐れがある。セ

ラミックセパレータの破損によってリード線同士が接触して短絡を起こす可能性がある。

【0005】上記したように、酸素センサ内部への水等の浸入あるいは、リード線同士の接触・短絡といった事態が発生すると、酸素センサ（検出素子）は作動不良や作動不能の状態に陥る恐れがある。

【0006】近年、排気ガスによる大気汚染など環境保護上の問題に対処するために、ガスセンサに対する需要も増え、それに伴って低コスト化やコンパクト化に対する要望も年々高まりつつある。そこで、ガスセンサの小型軽量化や構造の見直し等を図るためにセンサ（外筒）の内部空間が狭小となり、跳ね石等による衝撃力がセパレータに伝わりやすくなる。また、グロメットと排ガスに接触する検出素子との距離が接近することから、外筒からの熱伝導を受けて外筒の後端開口部に配置されるグロメットは高温下に晒されやすくなる。したがって、外筒の耐衝撃性の確保とグロメットによるシール性の維持とは、ガスセンサの信頼性及び製品寿命を向上させるために極めて重要である。

【0007】本発明の課題は、長時間高温下に晒されたり、跳ね水や跳ね石等を受けたりしやすい環境で使用される場合であっても、セパレータの破損によるリード線の短絡とグロメットのシール性の低下による水等の浸入とを効果的に防止し、作動不良や作動不能の状態を回避して高い信頼性と製品寿命が実現可能なガスセンサを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】上記課題を解決するために、第一番目の発明にかかるガスセンサは、外筒と、該外筒とほぼ同軸的に連結される主体金具の内側に配置され、前方側が測定対象となるガスに向けられる軸状の検出素子と、前記検出素子よりも後方側でかつ前記外筒の内側に配置され、前記検出素子と接続されるリード線を挿通するための第一リード線挿通孔を有するセパレータと、前記外筒の後端開口部に配置され、前記リード線を挿通するための第二リード線挿通孔を有するグロメットとを備え、前記外筒は軸線方向において前後に複数分割され、これら複数の外筒部材のうち所定の隣合う前方側外筒部材と後方側外筒部材とがほぼ同軸的に連結される構成を有するとともに、前記前方側外筒部材と前記後方側外筒部材とのうちいずれか一方には、前記セパレータの本体部外周に外向きに突出する形態で形成されるセパレータ側支持部を支持するための外筒側支持部が形成されており、さらに、前記外筒の前端開口部の内周面が、前記主体金具の外周面に対して直接又は他部材を介して間接的に接合する形態で、前記外筒と前記主体金具とが連結されていることを特徴とする。

【0009】上記第一番目の発明によれば、外筒は軸線方向において前後に複数分割され、これら複数の外筒部材のうち所定の隣合う前方側外筒部材と後方側外筒部材

とがほぼ同軸的に連結されており、この連結部が熱伝導に対して緩衝作用を有している。すなわち、連結部が熱伝導の妨げとなり、エンジン等の発熱による検出素子側（前方側）での高温状態がグロメット側（後方側）に熱伝達されにくい。したがって、連結部の存在によってグロメットへの熱伝達量が減少し、グロメットによるシール性の低下を防止することができる。さらに、外筒の前端開口部の内周面が、主体金具の外周面に対して直接又は他部材を介して間接的に接合する形態で、外筒と主体金具とが連結されており、この構成によって従来よりも内部空間を広く形成することができる。つまり、主体金具に対して外筒を外側から被せるように連結することによって、従来一般的であった外筒の前端部と主体金具との加締め構造に比べて、外筒を径方向の外側に配置させやすくなる。その結果、従来よりも相対的に広い内部空間を外筒内に容易に確保することができるから、外筒とその内側に配置されるセパレータとの間に形成される隙間も相対的に大きくすることが可能になり、セパレータの破損等を防止することができる。

【0010】ここで、前方側外筒部材の肉厚 t_1 を後方側外筒部材の肉厚 t_2 以上にすることは、作動不良や作動不能を発生しないガスセンサを実現するために有効である。すなわち、取り付けの際低位置になることが多く跳ね石の当たる確率の高い前方側外筒部材は、相対的に厚肉となるので耐衝撃性が高くなり、リード線の短絡等を防止できる。一方、グロメットの取り付け位置に近い後方側外筒部材は、相対的に薄肉となるのでグロメット側（後方側）への熱伝達量が減少し、グロメットのシール性の低下は起こりにくい。なお、グロメットへの熱伝達量が低く抑えられ、グロメットの温度は相対的に低く保たれるので耐熱性の低いゴムを使用することができ、センサのコストダウンにも役立つ。また、後方側外筒部材の薄肉化によりセンサの小型軽量化を図ることもできる。

【0011】さらに具体的には、前方側外筒部材の肉厚 t_1 が0.5mm以上0.8mm以下であり、また後方側外筒部材の肉厚 t_2 が0.3mm以上0.5mm以下であることが望ましい。一般的に外筒部材の肉厚は、路面からの石跳ね等による衝撃に伴う変形・破損等の観点からは厚くして耐衝撃性を確保する必要があり、他方で熱伝達量や加工性・ガスセンサの小型軽量化等を考慮すると薄い方が望ましいといえる。したがって、前方側外筒部材の肉厚 t_1 が0.5mmを下回ると、低位置になることが多く跳ね石の当たる確率の高い前方側外筒部材にとって耐衝撃性が不十分となる場合がある。一方、肉厚 t_1 が0.8mmを上回ると、グロメット側（後方側）への熱伝達量が大きくなってグロメットにおけるシール性に不利であり、また外筒側支持部等が設けられるときはその加工が困難になったり、ガスセンサの重量が増大したりする場合がある。同様に、後方側外筒部材の

肉厚 t_2 が0.3mm未満になると、強度的に弱くなり僅かの衝撃でも変形・破損の恐れがある。また、肉厚 t_2 が0.5mmを超えると、グロメット側（後方側）への熱伝達量が大きくなり、特に後方側外筒部材の後端開口部の内側に配置されるグロメットが高温下に晒されることによってシール性が著しく低下し水等が浸入する場合がある。

【0012】さらに本発明は、外筒の前端開口部の内周面と主体金具の外周面とを接合する第一全周接合部を、主体金具の周方向に沿って形成することができる。この場合外筒の前端開口部内周面と主体金具の外周面とは、主体金具の周方向に沿って、例えばレーザー溶接、電子ビーム溶接、ろう接等により接合され、第一全周接合部が形成される。これによって、上記した外筒と主体金具との連結部における隙間を確実に塞ぎ、この隙間からの水等の浸入を確実に阻止することができる。

【0013】それに加えて本発明は、前方側外筒部材と後方側外筒部材とをほぼ同軸的に重ね合わせて接合する形態で連結させ、その連結部を接合する第二全周接合部を連結部の周方向に沿って形成してもよい。このとき前方側外筒部材と後方側外筒部材とは、連結部の周方向に沿って、例えばレーザー溶接、電子ビーム溶接、ろう接等により接合され、第二全周接合部が形成される。これによって、前方側外筒部材と後方側外筒部材との連結部も全周にわたって形成されるので、その連結部における隙間を確実に塞ぎ、この隙間からの水等の浸入を確実に阻止することができる。

【0014】なお、外筒が前方側外筒部材及び後方側外筒部材の二部材より構成されるときは、ガスセンサの小型化・軽量化並びにセンサ構造の簡素化・コンパクト化が図れ、コストの低減にも寄与する。

【0015】さらに本発明は、セパレータ側支持部の径方向外周面と、その径方向外周面に対向する部位における外筒の内周面との間に環状の隙間 S_0 を形成することができる。セパレータの本体部外周面から突出し、セパレータのうち径方向の最も外側に位置するセパレータ側支持部の径方向外周面は、このセパレータ側支持部と向き合うように配置された外筒の内周面とは直接接合することがなく、両面の間には環状の隙間（対向間隔） S_0 が設けられている。したがって、この環状の隙間 S_0 が形成されている状態では、跳ね石等により外筒にもたらされる衝撃力は外筒から直接セパレータに伝わるのではなく、セパレータの破損によるリード線の短絡等を防止できる。なお、環状の隙間 S_0 は製造上の許容誤差や組立の際の隙間よりは大きい寸法に形成されることが望ましく、 $S_0 \geq 0.3\text{mm}$ に設定することが好ましい。

【0016】さらに本発明の外筒には、グロメットの配置部位よりも前方側において、内径が前方に向かうほど連続的に又は段階的に大きくなる形態を有する拡径部を設けることができる。これにより、外筒の後端部に形成

されるグロメットの配置面（後端開口部内周面）を、セパレータ側支持部が外筒の後端側から前端側へ挿入されるとき案内ガイドとして有効利用できる。したがって外筒は、その前部が主体金具との連結部として、その後端部がグロメットの配置部兼セパレータ側支持部の挿入案内ガイドとして、それぞれ機能することになり、センサ構造の簡素化・コンパクト化を図ることができる。また、この拡径部を設けることにより、上記したセパレータ側支持部の外周面の外側に形成される環状の隙間S0が容易に得られるようになる。

【0017】さらに本発明の外筒側支持部には、内径が連続的に又は段階的に変化する形態を有する縮径部が軸線方向において一つ以上設けられ、外筒側支持部の最小内径がセパレータの本体部の外径とほぼ同径に形成されていてもよい。外筒側支持部に縮径部が設けられているので、跳ね石等により外筒にもたらされる衝撃力は縮径部によるバネ効果によって減衰されてセパレータに伝達され、セパレータの破損によるリード線の短絡等が防止できる。一方、外筒側支持部の最小内径がセパレータの本体部の外径とほぼ同径に形成されているので、外筒側支持部の最小内径を形成する内周面等をセパレータの本体部の挿入案内ガイドとして利用することができる。外筒の前方側を固定し外筒の後端開口部よりセパレータを挿入する場合、上記した環状の隙間S0において、挿入方向前方側に位置するセパレータ前端が径方向の振れ（首振り現象）を生じ、セパレータの本体部前端が外筒側支持部の最小内径を形成する内周面等に挿入困難な事態が発生する恐れがある。しかし、セパレータの本体部が外筒側支持部の最小内径を形成する内周面等に案内されるので、セパレータを後方から押すことによってセパレータ本体部の外筒側支持部への挿入がスムーズに行える。また、外筒側支持部の最小内径とセパレータの本体部の外径とがほぼ同径に形成されているので、自動車等の移動体に搭載して使用する場合でも、振動によるセパレータのがたつきを抑えて検出素子から安定した出力の取り出しができる。なお、挿入案内ガイドを形成する具体的手段としては、セパレータ本体部の外径D1を外筒側支持部の最小内径d1よりも僅かに小さく形成する方法や、外筒側支持部の最小内径を形成する内周面とセパレータ本体部の外周面のうちの少なくとも一方にテーパ等の傾斜を設けたりする方法等がある。

【0018】さらに本発明は、外筒の後端開口部の内径が、セパレータ側支持部の外径とほぼ同径に形成されていてもよい。これによって、外筒の後端開口部内周面をセパレータ側支持部の挿入案内ガイドとして利用することができる。外筒の前方側を固定し外筒の後端開口部よりセパレータを挿入する場合、セパレータを真っ直ぐに挿入できずセパレータが斜めに傾いたまま挿入されたりする恐れがある。しかし、セパレータ側支持部が外筒の後端開口部内周面に案内されるので、セパレータを後方

から押すことによってセパレータを真っ直ぐに挿入することができる。なお、挿入案内ガイドを形成する具体的手段としては、セパレータ側支持部の外径D2を外筒の後端開口部の内径d2よりも僅かに小さく形成する方法や、外筒の後端開口部内周面とセパレータ側支持部の外周面のうちの少なくとも一方にテーパ等の傾斜を設けたりする方法等がある。

【0019】さらに本発明のグロメットは、セパレータの後端面に直接又は他部材を介して間接的に接触させることができる。この構成により、セパレータは外筒の後端開口部から挿入された後、既存品であるグロメットにより保持されるので、部品点数の削減を図ることができるとともに、自動車等の移動体に搭載して使用する場合でも、振動によるセパレータのがたつきを抑えて検出素子から安定した出力の取り出しができる。

【0020】次に、上記課題を解決するために、第二番目の発明にかかるガスセンサは、外筒と、該外筒とほぼ同軸的に連結される主体金具の内側に配置され、前方側が測定対象となるガスに向けられる軸状の検出素子と、前記検出素子よりも後方側でかつ前記外筒の内側に配置され、前記検出素子と接続されるリード線を挿通するための第一リード線挿通孔を有するセパレータと、前記外筒の後端開口部に配置され、前記リード線を挿通するための第二リード線挿通孔を有するグロメットとを備え、前記外筒は軸線方向において前後に複数分割され、これら複数の外筒部材のうち所定の隣合う前方側外筒部材と後方側外筒部材とがほぼ同軸的に連結される構成を有するとともに、前記前方側外筒部材と前記後方側外筒部材とのうちいずれか一方には、前記セパレータの本体部外周に外向きに突出する形態で形成されるセパレータ側支持部を支持するための外筒側支持部が形成されており、さらに、前記グロメットには、液体の透過は阻止し、かつ気体の透過は許容する通気部が設けられていることを特徴とする。

【0021】上記第二番目の発明によれば、隣合う前方側外筒部材と後方側外筒部材とがほぼ同軸的に連結されており、この連結部が熱伝導の妨げとなり、エンジン等の発熱による検出素子側（前方側）での高温状態がグロメット側（後方側）に熱伝達されにくい。したがって、連結部の存在によってグロメットへの熱伝達量が減少し、グロメットによるシール性の低下を防止することができる。また、グロメットは、液体の透過は阻止し、かつ気体の透過は許容する通気部を有することになる。フィルタ等の通気部をグロメットに設けることで、ガスセンサの中で最も高温に晒される部位である検出部から通気部をできるだけ遠ざけることができ、例えばシリコンゴム、フッ素樹脂等のフィルタ構成材に関して耐熱性を確保することができる。また、例えば自動車用の酸素センサの場合、その取り付け場所はエンジンルーム以外にも、車両の足周り部分に近い排気管等に取り付けられる

ことも多い。フィルタ等の通気部をグロメットに設けることで、通気部を相対的に高位置に設けることが容易になり、水滴が侵入しにくく防水性の高い状態での外気導入を可能にする。

【0022】ここで本発明は、セパレータ側支持部の径方向外周面と、その径方向外周面に対向する部位における外筒の内周面との間に環状の隙間S0を形成することができる。この環状の隙間S0が形成されている状態では、跳ね石等により外筒にもたらされる衝撃力は外筒から直接セパレータに伝わることなく、セパレータの破損によるリード線の短絡等を防止できる。しかも、この環状の隙間S0は上記したグロメットの通気部と連通することによって通気路を形成して大容量の通気量を確保でき、検出素子から安定した出力の取り出しが可能になる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に示す実施例に基づき説明する。図1は本発明のガスセンサの一実施例たる酸素センサの内部構造を示し、図2は要部の拡大図である。酸素センサ1（ガスセンサ）は、先端が閉じた中空軸状の酸素検出素子2（検出素子）と、酸素検出素子2の中空部2aに挿入された発熱体3とを備える。酸素検出素子2は、酸素イオン伝導性を有する固体電解質により中空軸状に形成されている。なお、このような固体電解質としては、 Y_2O_3 ないし CaO を固溶させた ZrO_2 が代表的なものであるが、それ以外のアルカリ土類金属ないし希土類金属の酸化物と ZrO_2 との固溶体を使用してもよい。さらには、ベースとなる ZrO_2 には HfO_2 が含有されていてもよい。そして、図2及び図3に示すように、酸素検出素子2の中空部2aの内面には、そのほぼ全面を覆うように、例えばPtあるいはPt合金により多孔質に形成された内部電極層2cが、一方その外面にはその前方部を覆うように、同じく外部電極層2bがそれぞれ設けられている。また、この酸素検出素子2の中間部外側には、絶縁性セラミックから形成されたインシュレータ6、7及びタルクから形成されたセラミック粉末8を介して筒状の金属製ケーシング10が設けられている。なお、以下の説明において、酸素検出素子2の軸方向先端部に向かう側（閉じている側）を「前方側」、これと反対方向に向かう側を「後方側」と称する。

【0024】ケーシング10は、酸素センサ1を排気管等の取付部に取り付けるためのねじ部9bを有する主体金具9と、その主体金具9の前方側開口部を覆うように取り付けられたプロテクタ11からなる。本実施例の酸素センサ1はねじ部9bより前方が排気管等のエンジン内に位置し、それより後方は外部の大気中に位置して使用される。主体金具9（ケーシング10）は、その前方側開口部から酸素検出素子2の先端側（検出部）を測定対象となる排気ガスに向けられるように突出させた状態

で酸素検出素子2を保持するとともに、この開口部に形成される筒状のプロテクタ装着部9aにキャップ状のプロテクタ11が装着されて、酸素検出素子2の検出部を所定の空間を隔てて覆っている。プロテクタ11には、排気ガスを透過させる複数のガス透過口12が貫通形態で形成されている。

【0025】主体金具9の後方部は、絶縁体6との間にリング15を介して加締められ、この主体金具9に筒状の金属製外筒16の前端に形成された開口部16F（図4参照）が外側から嵌合されている。そして、主体金具9の周方向に沿って形成された全周レーザー溶接部16E（第一全周接合部）が、外筒16の前端開口部16F内周面と主体金具9の外周面とを接合・固定している。また、この外筒16の後端開口部16Rはゴム等で構成されたグロメット17を嵌入させることにより封止され、さらにこれに続いて前方側にセラミックセパレータ18（セパレータ）が設けられている。そして、それらセラミックセパレータ18及びグロメット17を貫通するように、酸素検出素子2用のリード線20、21及び発熱体3用のリード線19、22が配置されている（図5、図6参照）。

【0026】セラミックセパレータ18は、ケーシング10の後方側にケーシング10とほぼ同軸的に設けられている。外筒16は、セラミックセパレータ18を外側から覆う状態で、その前端開口部16Fがケーシング10に対し後方外側からほぼ同軸的に重ね合わせて連結される筒状形態をなす。グロメット17は、セラミックセパレータ18の後方側に位置して、外筒16の後端開口部16Rに対しその内側に弾性的に嵌入されている。

【0027】次に、酸素検出素子2用の一方のリード線21は、互いに一体に形成されたコネクタ23a、引出し線部23b、固定部23c及び下方押圧部23dとを有する第一端子金具23を経て前述の酸素検出素子2の内部電極層2c（図2）と電氣的に接続されている。一方、他方のリード線20は、互いに一体に形成されたコネクタ33a、引出し線部33b及び金具本体部33cとを有する第二端子金具33を経て、酸素検出素子2の外部電極層2b（図3）と電氣的に接続されている。酸素検出素子2は、その内側に配置された発熱体3で加熱することで活性化される。発熱体3は棒状のセラミックヒータであり、 Al_2O_3 を主とする芯材に抵抗発熱体（図示せず）を有する発熱部3aが、+極側及び-極側の発熱体端子部3b、3bに接続されるリード線19、22（図6）を経て通電されることにより、酸素検出素子2の先端部（検出部）を加熱する。各リード線19、20、21、22は、セラミックセパレータ18の軸線方向に貫通して設けられた4個のリード線挿通孔18a（第一リード線挿通孔）と、グロメット17の軸線方向に貫通して設けられた4個のリード線挿通孔17a（第二リード線挿通孔）とに、各々挿通されて外部へ引き出

されている。

【0028】図2及び図3に示すように、第一端子金具23は、先端側に形成された下方押圧部23dの内面で発熱体3の外を押圧し、少なくとも発熱体3の先端部を酸素検出素子2の中空部2a内壁面に接触させる。下方押圧部23dに続く固定部23cの外表面が酸素検出素子2の内面に嵌入することにより第一端子金具23を軸方向に位置固定する。また引出し線部23bの一端が固定部23cの周方向の1ヶ所に接続する形で一体化され、さらにその他端にコネクタ23aが一体化されている。そして、固定部23cの上方部（後方部）において、固定部23cに設けられる開口の左右両縁部側近傍には固定部23cの周面の一部にコ字状の切れ目を設け、この切れ目が径方向内側へ折り込まれて左右一対の上方押圧部23eを形成している。なお、23gは固定部23cが発熱体端部収容穴18cに入り込まないようにするための鍔である。

【0029】ここで、発熱体3は、下方押圧部23d及び上方押圧部23eにより、固定部23cの開口側から開口とは反対側の径方向に押圧され、発熱部3a近傍において、発熱体3の中心軸線が酸素検出素子2の中空部2aの中心軸線Oに対して片側に寄るように偏心（オフセット）して配置されるとともに、発熱体3はほぼ全長にわたって酸素検出素子2の中空部2a内壁面に接触している。

【0030】一方、第二端子金具33は、円筒状の金具本体部33cを有するとともに、引出し線部33bの一端が金具本体部33cの周方向の1ヶ所に接続する形で一体化され、さらにその他端にコネクタ33aが一体化されている。他方、その中心軸線を挟んで引出し線部33bの接続点と反対側には、軸線方向のスリット33eが形成されている。このような金具本体部33cの内側に、酸素検出素子2の後端部がこれを弾性的に押し広げる形で内側から挿入されている。具体的には、酸素検出素子2の外周面後端部には外部側出力取出部としての導電層2fが、周方向に沿って帯状に形成されている。外部電極層2bは、例えば無電解メッキ等により、酸素検出素子2の係合フランジ部2sよりも前端側の要部全面を覆うものとされている。他方、導電層2fは、例えば金属ペーストを用いたパターン形成・焼き付けにより形成されるもので、同様に形成される軸線方向の接続パターン層2dを介して外部電極層2bと電気的に接続されている。

【0031】図4は外筒16を示す。外筒16は、軸線方向において前後に二分割され、前方側に位置する前方側外筒部材161の後部に形成される外筒側支持部16Aに対し、後方側の後方側外筒部材162の前部が後方外側からほぼ同軸的に重ね合わせて連結されている。この重ね合わせ連結部において、第一外筒部材161の外筒側支持部16Aの外周面と第二外筒部材162の前部

内周面とを接合する全周レーザー溶接部16C（第二全周接合部）が、連結部の周方向に沿って形成されている。なお、外筒16の前端開口部16Fは主体金具9に対して後方外側からほぼ同軸的に重ね合わせて連結され、外筒16の前端開口部16F内周面と主体金具9の外周面とを接合する全周レーザー溶接部16Eが、主体金具9の周方向に沿って形成されている。

【0032】外筒16を前後に二分割し、前方側外筒部材161の後部に対し後方側外筒部材162の前部を後方外側から重ね合わせて連結することによって、この重ね合わせ連結部が熱伝導に対して緩衝作用（妨げる働き）を有している。すなわち、エンジン等の発熱による検出素子側（前方側）での高温がグロメット側（後方側）に熱伝達されにくい。したがって、グロメット17への熱伝達量が減少し、グロメット17のシール性の低下を招きにくくなる。

【0033】次に、前方側外筒部材161の後部に形成される外筒側支持部16Aについて、図4を参照しつつ説明する。外筒側支持部16Aは全体として後方側へ向かうほど外径が小となる先細形状を呈しているが、かかる形状は次のような構成によって実現されている。外筒側支持部16Aには、外径が後方に向かうほど傾斜状に小さくなる形態を有する縮径部が軸線方向において前後に2個形成されている。2個の縮径部のうち前方側に形成された第一縮径部16a1と後方側に形成された第二縮径部16a2との間に、軸線に対してほぼ平行な形態で前方側筒状部16b1が形成されている。この第一筒状部16b1の外周面に対し後方側外筒部材162の前部内周面が後方外側から重ね合わせて連結され、上記全周レーザー溶接部16Cが連結部の周方向に沿って形成されている。

【0034】また、第二縮径部16a2よりも後方側において、セパレータ18の本体部18B外周面にはほぼ沿うような形態で第二筒状部16b2が形成されている。さらに、第二筒状部16b2よりも後方側は径方向内側へ折曲げられて折曲部16cが形成され、この折曲部16c1の後方側支持面16c1がセパレータ側支持部18Aの前方側支持面18A1に接するような形態を有している。このようにして形成される折曲部16cは、セパレータ18の本体部18Bが外筒側支持部16Aの内側に配置されたとき、セパレータ側支持部18Aの前方側支持面18A1の受止具として機能する（図9参照）。なお、折曲部16cの後方側支持面16c1は、径方向内側へ折曲げられていて、セパレータ18の本体部18Bが外筒側支持部16Aの内側に挿入される際の案内ガイドとなっている（図8参照）。

【0035】以上の通り、外筒側支持部16Aは、第一及び第二縮径部16a1、16a2、第一及び第二筒状部16b1、16b2並びに折曲部16cから構成されている。この外筒側支持部16Aがセパレータ側支持部

18Aを下方から支持するとき、外筒側支持部16Aの内周面はセパレータ18の本体部18Bの外周面を、両者の間に形成される空間部S3を内包しつつ囲うようにして設けられている(図2又は図9参照)。よって、跳ね石等により外筒16にもたらされる衝撃力は、両縮径部16a1、16a2によるバネ効果と空間部S3による隔離効果とによって減衰されてセパレータ18に伝達されることになり、セパレータ18の破損等が防止できる。

【0036】一方、後方側外筒部材162は、後端開口部16Rの内側にグロメット17が挿入され、このグロメット17挿入部位よりも前方側において、内径が前方に向かうほど傾斜状に(連続的に)大きくなる形態を有する拡張部16Bが設けられている。そして後方側外筒部材162の後端開口部16R内周面をセパレータ側支持部18Aの外周面の挿入案内ガイドとして利用している(図8参照)。

【0037】外筒16の肉厚は、跳ね石等に対する耐衝撃性とグロメット側(後方側)への熱伝達量を考慮して、前方側に設けられる前方側外筒部材161の肉厚 t_1 を後方側に設けられる後方側外筒部材162の肉厚 t_2 以上にしている。すなわち、取り付けの際低位置になることが多く跳ね石の当たる確率の高い前方側(検出素子側)の前方側外筒部材161は、相対的に厚肉として耐衝撃性を高くしている。一方、グロメット17の取り付け位置に近い後方側の第二外筒部材162は、相対的に薄肉としてグロメット17側(後方側)への熱伝達量を減少している。具体的には、前方側外筒部材161の肉厚 t_1 が0.5mm以上0.8mm以下(例えば0.6mm)であり、また後方側外筒部材162の肉厚 t_2 が0.3mm以上0.5mm以下(例えば0.3mm)であることが望ましい。

【0038】図5にセラミックセパレータ18(セパレータ)を示す。軸直交断面が円形状に形成されるセラミックセパレータ18の本体部18Bには、各リード線19、20、21、22(図6)を挿通するための4個の第一リード線挿通孔18a(第一リード線挿通孔)が軸方向に貫通して形成されている。その軸線方向後端側の外周面には、全周にわたり外向きに一体的に突出する形態でフランジ状かつ軸直交断面が円形状のセパレータ側支持部18Aが形成されている。セパレータ側支持部18Aの前方側支持面18A1は後方側に向かうほど外径が大となる傾斜面に形成されている。セラミックセパレータ18(セパレータ側支持部18A)の後端面において、通気溝18bが4個のリード線挿通孔18aと干渉しない位置に十字形態で軸線と直交する方向に形成され、後端面の外周に達した各通気溝18bはそこから直角に向きを変え、セパレータ側支持部18Aの外周面に沿って軸線方向前方側へ延びている。また、セラミックセパレータ18(本体部18B)の前端面から開口する

有底状の発熱体端部収容穴18cが軸線方向に形成されている。なお、この発熱体端部収容穴18cの内径は発熱体3の外径よりも大きく設定されている。また、発熱体端部収容穴18cの底面18dはセラミックセパレータ18(本体部18B)の軸線方向中間部に位置している。発熱体3の後端部は、セラミックセパレータ18の軸線方向前方側から発熱体端部収容穴18cに挿入され、発熱体3の後端面が収容穴18cの底面18dに当接することで軸線方向の位置決めがなされる。

【0039】図5又は図2において、セパレータ側支持部18Aの外周面と後方側外筒部材162の内周面との間には、径方向間隔が例えば0.3mm以上の環状の隙間S0が設けられている。隙間S0は、跳ね石等により外筒16にもたらされる衝撃力が外筒16から直接セパレータ18に伝わらないようにするための環状の空間を形成している。一方、外筒側支持部16Aの折曲部16cの縁部とセラミックセパレータ18の本体部18Bの外周面との間には径方向の微小な隙間S1が形成されている(図10参照)。隙間S1は、セラミックセパレータ18の本体部18Bをがたつきなくスムーズに外筒側支持部16Aに挿入するために設けられたガイド代である。これらの隙間S0、S1は前述の通気溝18bとともに通気路Kを構成する。このようにセラミックセパレータ18の外周面に沿うように通気路Kを形成すると、酸素センサ1の内部において基準ガスである大気の循環が促進されて換気性能がよくなる傾向があり、排気ガス等の混入が少ない状態で酸素検出素子2の中空部2aに大気を導入することができる。特に環状の隙間S0によって大容量の通気量を確保でき、検出素子2から安定した出力の取り出しが可能になる。なお、セパレータ側支持部18Aの外周面と後方側外筒部材162の内周面との間には径方向の隙間S0が設けられているので、セパレータ側支持部18Aの外周面に沿って設けられる通気溝18bは省略することができる。

【0040】図6はグロメット17と通気部53との組立状態を示す。グロメット17には、各リード線19、20、21、22を挿通するための4個のリード線挿通孔17a(第二リード線挿通孔)がその内部に軸線方向に貫通して設けられている。グロメット17の径方向中央部には中央貫通孔17bが設けられ、この中央貫通孔17bに通気部53が嵌入されている。グロメット17のリード線挿通孔17a、中央貫通孔17b及び外周面17Aは、これら通気部53及びリード線19、20、21、22の外周と外筒16の後端開口部16R内壁との間をシールする。通気部53をグロメット17に設けることで、通気部53を相対的に高位置に設けることが容易になり、水滴が侵入しにくく防水性が高くなる。

【0041】通気部53は、フィルタ53Aとフィルタ支持金具53Bとから構成されている。フィルタ53Aは、軸線方向に延びる円筒状周面部53A1と、周面部

53A1に対して後端部で蓋状に接続され、軸線方向に外気を導く通気端面部53A2とを有し、全体が軸方向断面にて逆U字状を呈している。そして、円筒状のフィルタ支持金具53Bは、前端部に鏝部53B2を有し、軸線方向に延びる円筒状周面部53B1がフィルタ53Aの円筒状周面部53A1内部に嵌合して、フィルタ53Aを内側から支持し、外筒16の小径部16cを加締めてグロメット加締部16Bを形成するときにフィルタ53Aの円筒状周面部53A1が破壊しないよう支えている。フィルタ53A等の通気部53をグロメット17に設けることで、酸素センサ1の中で最も高温に晒される部位である酸素検出素子2の検出部から通気部53をできるだけ遠ざけることができ、フィルタ53Aの耐熱性に有利である。

【0042】フィルタ53A又はフィルタ支持金具53Bには各々内外の周面に軸線方向に沿うテーパ等の傾斜を設けて嵌合を強固なものとすることができる。フィルタ53Aは、図6の状態から180°回転させて通気端面部53A2を底部（前端部）に位置させることもできるが、水等の侵入を防止する意味において、グロメット17の後端面と通気端面部53A2とがほぼ面一になる図6の状態がより望ましい。また、フィルタ支持金具53Bは、外筒16の後端部を加締めてグロメット加締部16Dを形成したのちは抜去して、次のグロメット17の組立用治具として使用することもできる。なお、フィルタ53Aは、例えばポリテトラフルオロエチレン（PTFE）の多孔質繊維構造体（商品名：例えばゴアテックス（ジャパングアテックス（株）））等により、水滴等の水を主体とする液体の透過は阻止し、かつ空気及び／又は水蒸気などの気体の透過は許容する撥水性フィルタとして構成されている。

【0043】上記酸素センサ1において、基準ガスとしての大気はフィルタ53Aの通気端面部53A2（通気部）→セラミックセパレータ18の通気溝18b→外筒16とセラミックセパレータ18との間の径方向の隙間S0、S1（通気路K）→中空部2aを経て酸素検出素子2の内面（内部電極層2c）に導入される（図2矢印R参照）。一方、酸素検出素子2の外表面（外部電極層2b）にはプロテクタ11のガス透過口12を介して導入された排気ガスが接触し、酸素検出素子2には、その内外面の酸素濃度差に応じて酸素濃度電池起電力が生じる。そして、この酸素濃度電池起電力を、排気ガス中の酸素濃度の検出信号として内外電極層2c、2b（図2、図3）から第一及び第二端子金具23、33並びにリード線21、20を介して取り出すことにより、排気ガス中の酸素濃度を検出できる。

【0044】図7は、酸素センサの組立方法の一例を示す工程説明図である。まず、発熱体3が第一端子金具23の下方押圧部23d及び上方押圧部23eとで径方向に保持された状態で、第一端子金具23に接続されたり

ード線21が、セラミックセパレータ18のリード線挿通孔18aとグロメット17のリード線挿通孔17aとに順次挿通されて外部へ引き出される。第一端子金具23の鏝部23gがセラミックセパレータ18の前端面に当接するように配置され、かつ発熱体3の後端部が、発熱体端部収容穴18cの底面18dで受け止められ、軸線方向の位置決めがなされる。なお、第二端子金具33に接続されたリード線20も、リード線挿通孔18a、17aに順次挿通して外部へ引き出される。一方、ケーシング10（主体金具9）に酸素検出素子2を保持して別途組み立て、ケーシング10（主体金具9）の後端部に対して外筒16の前端開口部16Fを後方外側から同軸的に重ね合わせて嵌合連結させる。なお、前方側外筒部材161の後部に形成される外筒側支持部16Aの第一筒状部16b1に対し、後方側外筒部材162の前端部が後方外側からほぼ同軸的に重ね合わせて嵌合連結され、この連結部の周方向に沿って形成した全周レーザー溶接部16Cにより外筒16が一体化されている。

【0045】そして、酸素検出素子2及びケーシング10が組み込まれた外筒16と、両端子金具23、33及び発熱体3が組み込まれたセラミックセパレータ18とを相対的に接近させると、前方側では酸素検出素子2の中空部2a内壁面をガイドとして発熱体3が徐々に挿入される。そして後方側ではまず、外筒側支持部16Aの折曲部16cの後方側支持面16c1（及び折曲部16cの縁部）を案内ガイドとしてセラミックセパレータ18の本体部18Bが徐々に挿入され、次いで外筒16の後端開口部16Rの内周面を案内ガイドとしてセラミックセパレータ18のセパレータ側支持部18Aが徐々に挿入される（図7（a））。ここで、「相対的に接近」とは、外筒16とセラミックセパレータ18との間で、いずれか一方を固定し他方を移動させるか、又は両者を互いに逆方向に移動させることにより、両者を接近させることを表している。

【0046】やがて、第二端子金具33の金具本体部33cの内側に、酸素検出素子2の後端部が金具本体部33cを弾性的に押し広げる形で挿入され、次いで、酸素検出素子2の中空部2aの後端開口部から第一端子金具23の固定部23cの外表面が中空部2a内壁面に嵌入される。セパレータ側支持部18Aの前方側支持面18A1が、外筒側支持部16Aの折曲部16cの後方側支持面16c1（又は折曲部16cの縁部）に当接したときに、外筒16とセラミックセパレータ18との相対的な接近を停止する。このとき、発熱体3の外表面は上方押圧部23e及び下方押圧部23dにより径方向に押圧され酸素検出素子2の中空部2a内壁面に発熱体3のほぼ全長が接触させられている。このの外筒16の後端開口部16Rから、後端開口部16Rの内周面をガイドとして、通気部53が組み込まれたグロメット17の外周面17Aを嵌入する。このとき、フィルタ支持金具53B

の鍔部53B2の前端面がセラミックセパレータ18（セパレータ側支持部18A）の後端面に当接する。これによってゴム製グロメット17の弾性力が鍔部53B2を介してセラミックセパレータ18に作用し、セラミックセパレータ18をがたつきなく安定的に外筒側支持部16Aに支持される。

【0047】これらの挿入位置を維持しつつ、外筒16の後端部において、グロメット17と後方側外筒部材162とを加締めてグロメット加締部16Dを形成する。最後に外筒16の前端部において、主体金具9と外筒16の前端開口部16Fとの連結部に対して、周方向に沿って全周レーザー溶接部16Eを形成することで外筒16とケーシング10とが一体化される（図7（b））。なお、全周レーザー溶接部16C（第二全周接合部）及び16E（第一全周接合部）は、レーザー光源Lから発射されるYAG（イットリウム、アルミニウム、ガーネット）レーザービームLBを上記各連結部に向けて略水平方向に全周にわたって照射することで形成される。レーザー溶接は、狭い面積に極めて高密度の光エネルギーを集中させ得るので、強固な密着性が得られるとともに、接触面積が少なくすむ特徴がある。

【0048】図8～図10は、図7のうち外筒16とセラミックセパレータ18との組み付け状態を取り出して示した説明図である。外筒16に対してセラミックセパレータ18を相対的に接近させると、まずセラミックセパレータ18の本体部18Bの前端部が外筒側支持部16Aの内側への挿入を開始する。このとき、セラミックセパレータ18の本体部18Bの外径D1は、外筒側支持部16A（折曲部16c）の最小内径d1よりも僅かに小に形成されているので、本体部18Bの外周面と外筒側支持部16A（折曲部16c）の縁部との間に径方向の微小隙間S1が形成される。よって、セラミックセパレータ18の本体部18Bは外筒側支持部16Aの折曲部16cの後方側支持面16c1（及び折曲部16cの縁部）をガイドとして前端側へ挿入される。

【0049】次に、セパレータ側支持部18Aの前端部が外筒16の後端開口部16Rの内周面への挿入を開始する。このとき、セパレータ側支持部18Aの外径D2は、後端開口部16Rの内径d2よりも僅かに小に形成されているので、セパレータ側支持部18Aの外周面と後端開口部16Rの内周面との間に径方向の微小隙間S2が形成される。よって、セパレータ側支持部18Aは後端開口部16Rの内周面をガイドとして前端側へ挿入される。このようにして、前方側では外筒側支持部16Aの折曲部16cの後方側支持面16c1（及び折曲部16cの縁部）をガイドとして、後方側では外筒16の後端開口部16Rの内周面をガイドとして、セラミックセパレータ18が徐々に外筒16内に挿入される（図8参照）。

【0050】ここで、セパレータ側支持部18Aの（前

方側支持面18A1の）前端からセパレータ18の前端までの軸線方向距離をL3、外筒16の後端から外筒側支持部16Aの（折曲部16cの後方側支持面16c1の）後端までの軸線方向距離をL4とし、 $L3 > L4$ に形成している。これによって、外筒16の後端開口部16Rよりセパレータ18を挿入するとき、セパレータ18はまず挿入方向前方側に位置する本体部18Bが外筒側支持部16Aの内側への挿入を開始する。次いで挿入方向後方側に位置するセパレータ側支持部18Aが外筒16の後端開口部16R内周面に挿入される。その後セパレータ18は、セパレータ側支持部18Aが外筒16の後端開口部16R内周面に、本体部18Bが外筒側支持部16Aの折曲部16cの後方側支持面16c1（及び折曲部16cの縁部）に、それぞれ別個にかつ同時に案内ガイドされてスムーズに外筒16に挿入される。

【0051】セラミックセパレータ18の外筒16への挿入が終了したとき、外筒側支持部16Aの折曲部16cの後方側支持面16c1は、セパレータ側支持部18Aの前方側支持面18A1を受止支持している。また、外筒側支持部16Aの内周面とセパレータ18の本体部18Bの外周面との間に空間部S3が形成され、外筒側支持部16Aは本体部18Bの外周面を環状に取り巻くように設けられている。さらに、セパレータ側支持部18Aの外周面と、その外周面に対向する後方側外筒部材162の内周面との間に、径方向間隔が例えば0.3mm以上の環状の隙間S0が形成されている（図9参照）。

【0052】図8で、セパレータ側支持部18Aの前方側支持面18A1は、後方側に向かうほど外径が大となる傾斜面に形成されている。この前方側支持面18A1の傾斜は、セラミックセパレータ18のセパレータ側支持部18Aが外筒16の後端開口部16R内周面に挿入される際の案内ガイドとなる。前方側支持面18A1に傾斜を設けることにより、外筒16に対してセラミックセパレータ18の挿入がスムーズに行える。図8では前方側支持面18A1の傾斜は平面状に形成されているが曲面状等であってもよい。

【0053】図10は図9のC部の拡大図を示し、外筒側支持部16Aの終端に形成される折曲部16cの径方向内側への折曲角 α について例示したものである。本発明では折曲部16cの折曲角 α が 90° より小（図10（a））、折曲角 α が 90° （図10（b））、折曲角 α が 90° より大（図10（c））のいずれの場合を選択してもよい。図10（c）を選択する場合、折曲角 α をセパレータ側支持部18Aの前方側支持面18A1の傾斜角 β に等しくしてもよい。

【0054】以上に述べたように、図1から図10に示す本発明の実施例には下記のような特徴も有する。

（A）セパレータ側支持部18Aの前端からセラミックセパレータ18の前端までの軸線方向距離をL3とし、

外筒16の後端から外筒側支持部16Aの後端までの軸線方向距離を $L4$ としたとき、 $L3 > L4$ の関係を満足する。

(B) 外筒側支持部16Aには、外径が後方に向かうほど連続的に又は段階的に小さくなる形態を有する縮径部が軸線方向において前後に複数設けられ、セラミックセパレータ18の本体部18Bの外周面と、外筒側支持部16Aに形成される縮径部16a1、16a2の内面との間に空間部S3が形成されている。

(C) 外筒側支持部16Aにおいて、複数の縮径部16a1、16a2のうち最も前方側に形成された第一縮径部16a1とその第一縮径部16a1よりも後方側に形成された第二縮径部16a2との間に、軸線に対してほぼ平行な形態で第一筒状部16b1を形成し、この第一筒状部16b1の外周面に対し後方側外筒部材162の前部内周面が後方外側から重ね合わせて連結されている。

(D) 外筒側支持部16Aの第二縮径部16a2よりもさらに後方側において、セラミックセパレータ18の本体部18b外周面にほぼ沿うような形態で第二筒状部16b2が形成されている。

(E) 外筒側支持部16Aの第二筒状部16b2よりもさらに後方側が径方向内側へ折曲げられて折曲部16cが形成され、この折曲部16cがセパレータ側支持部18Aを受け止め支持している。

【0055】(実験例) 本発明の効果を確認するため

に、酸素センサの熱伝導実験を行い外筒と主体金具の温度測定を実施した。実験には次のような酸素センサを用いた。図1に示す酸素センサ1の前方側外筒部材161の肉厚 $t1$ を0.5~0.8mmの範囲で変化させ、一方後方側外筒部材162の肉厚 $t2$ を0.3~0.5mmの範囲で変化させ、両者の組み合わせで6種の実験用センサを作成した。なお、比較用として外筒16が分割されずに一枚の部材から継ぎ目無しで成形された酸素センサ(肉厚 $t=0.9$ mm)も用意した。

【0056】酸素センサ1のねじ部9bを電気炉のねじ部に締め込み、酸素センサ1のねじ部9bよりも前方の部分が電気炉の加熱室内に位置し、それより後方の部分は大気中に位置するように設置する(図示省略)。主体金具9の前端を起点として、酸素センサ1の軸線方向後方に向かって設けられた計4カ所の測温位置 y に熱電対温度計を埋め込んだ。各測温位置 y は図1に示すように、主体金具9の前端を起点として、酸素センサ1の軸線方向後方への距離を y としたとき、 $y=3, 24, 40, 47$ mmである。 $y=3$ mmでは主体金具9の温度、その他は外筒16の温度を測定した。まず①電気炉内の設定温度860℃に加熱し、このときの各測温位置 y における温度を測定した。次に②電気炉内の設定温度を780℃に変更し、同様に各測温位置 y における温度を測定した。以上の測定結果を表1に示す。

【0057】

【表1】

実験No	前方側 外筒部材の肉厚 $t1$ (mm)	後方側 外筒部材の肉厚 $t2$ (mm)	①電気炉860℃設定での 測温位置 y (mm) と温度 (℃)				②電気炉780℃設定での 測温位置 y (mm) と温度 (℃)			
			$y=3$	$y=24$	$y=40$	$y=47$	$y=3$	$y=24$	$y=40$	$y=47$
1	0.8	0.5	619	410	322	301	552	365	273	262
2	0.8	0.3	631	412	296	266	559	368	264	239
3	0.6	0.5	630	385	286	261	555	341	254	229
4	0.6	0.3	628	382	275	244	569	344	253	225
5	0.5	0.5	628	362	259	245	559	335	239	224
6	0.5	0.3	648	375	256	238	578	340	242	225
比較例	$t=0.9$ mm 継ぎ目なし		640	431	340	311	562	394	314	290

【0058】次に表1で得られた測定データを、測温位置 $y=3$ mmにおける主体金具温度が①630℃一定及び②560℃一定になるように換算した。この換算データを表2に示す。また表2に基づいて作成した温度測定グラフを図11に示す。実験結果は表2において、比較

例の温度を下回れば○、同等であれば△、上回れば×として判定した。

【0059】

【表2】

実験No	前方側 外筒部材の内厚 t1 (mm)	後方側 外筒部材の内厚 t2 (mm)	①電気炉860℃設定での 測温位置y (mm) と温度 (℃)				②電気炉780℃設定での 測温位置y (mm) と温度 (℃)				実験 結果	
			主体金具 (y=3) 温度630℃換算				主体金具 (y=3) 温度560℃換算					
			y=3	y=24	y=40	y=47	y=3	y=24	y=40	y=47	①	②
1	0.8	0.6	630	421	333	312	560	373	281	270	△	○
2	0.8	0.3	630	411	295	265	560	370	265	241	○	○
3	0.6	0.5	630	385	286	261	560	347	260	235	○	○
4	0.6	0.3	630	384	278	246	560	335	244	216	○	○
5	0.5	0.5	630	364	261	247	560	336	240	226	○	○
6	0.5	0.3	630	358	238	220	560	322	224	207	○	○
比較例	t = 0.9 mm継ぎ目なし		630	421	330	301	560	392	312	288	—	—

※比較例の温度を下回れば○、同等であれば△、上回れば×とする。

【0060】図11及び表2より、前方側外筒部材161の肉厚t1が0.5～0.8mmの範囲にあり、かつ後方側外筒部材162の肉厚t2が0.3～0.5mmの範囲にあるときの実験データと、肉厚t=0.9mmの継ぎ目無し外筒16の比較データとを対比すると、次のことがわかる。

(a) いずれの実験データも、比較データと同等以下に外筒16の温度が抑制されている。

(b) 前方側外筒部材161の肉厚t1又は後方側外筒部材162の肉厚t2が薄くなるにつれ外筒16の温度が低下する傾向が顕著である。

本実験例は、外筒後方側（グロメット側）への熱伝導が抑制されグロメットが高温下に晒されなくなる状況を示唆している。これによって、グロメットのシール性の低下を防止する本発明に基づく効果が確認される。

【0061】図12～図15に、図9の変更例を示す。これらはいずれも図9の外筒形状の一部に変更を加えている。なお、図12～図15において図9と共通する部分には同一符号を付して説明を省略する。

【0062】図12では、主として次の2点で図9と異ならせてある。

(1) 外筒側支持部16Aの先端すなわち第二筒状部16b2よりも後方側は径方向外側へ折曲げられて折返部16c'を形成し、折返部16c'の後方側支持面16c1'はセパレータ側支持部18Aの前方側支持面18A1にほぼ沿うような形態を有している。このようにして形成される折返部16c'は、セパレータ18の本体部18Bが外筒側支持部16Aの内側に配置されたとき、セパレータ側支持部18Aの前方側支持面18A1の受止具として機能する。なお、折返部16c'の後方側支持面16c1'は、後方側に向かうほど内径が大となる傾斜面に形成され、セパレータ18の本体部18Bが外筒側支持部16Aの内側に挿入される際の案内ガイ

ドとなっている。

(2) 外筒側支持部16Aの第二筒状部16b2は、セパレータ18の本体部18B外周面にほぼ沿うような形態で形成され、第二筒状部16b2の内周面は、セパレータ18の本体部18Bが外筒側支持部16Aの内側に挿入される際の案内ガイドとなる。このとき、セラミックセパレータ18の本体部18Bの外径D1は、外筒側支持部16Aの第二筒状部16b2の内径d1よりも僅かに小に形成されているので、本体部18Bの外周面と第二筒状部16b2の内周面との間に径方向の微小隙間S1が形成される。

【0063】図13では、図12における(1)(2)に加えて下記の(3)(4)の2点で図9と異ならせてある。

(3) 縮径部及び筒状部が軸線方向において前後に各3個設けられている。図12の外筒側支持部16Aにおいて、最も前方側の第一縮径部16a1と最も後方側の第二縮径部16a2との間に中間縮径部16a3が形成され、第二縮径部16a2よりもさらに後方側に第二筒状部16b2が形成されている。そして、第一縮径部16a1と中間縮径部16a3との間に第一筒状部16b1が形成され、中間縮径部16a3と第二縮径部16a2との間に中間筒状部16b3が形成されている。つまり、合計3個ずつの縮径部と筒状部が軸線方向に沿って交互に設けられている。このうち中間筒状部16b3の利用方法として例えば次のような場合がある。すなわちセパレータを二重に保護するため保護筒162'を取り付けるために用いる場合、あるいはセンサの型番により後方側外筒部材162の外径が異なるときに他の後方側外筒部材162'を取り付けるために用いる場合、等がある。なお、中間筒状部16b3が他の後方側外筒部材162'を取り付けるために用いられた場合は、中間筒状部16b3が第一筒状部となる。

(4) 外筒16は軸線方向において前後に3分割され、中間に位置する前方側外筒部材161の後部に形成される外筒側支持部16Aに対し、最後部に位置する後方側外筒部材162の前部が後方外側からほぼ同軸的に重ね合わせて連結される。また、最前部に位置する前端外筒部材163の後部に対し、中間に位置する前方側外筒部材161の前部が後方外側からほぼ同軸的に重ね合わせて連結される。前端外筒部材163と前方側外筒部材161の重ね合わせ連結部には、全周レーザー溶接部16Cと同様に全周レーザー溶接部16C'が形成されている。前端外筒部材163は、3個の外筒部材の中でも最も低位置になることが多く跳ね石の当たる確率が高いので、その肉厚 t_3 を前方側外筒部材161の肉厚 t_1 以上(例えば0.5mm以上)として耐衝撃性を高くするのが望ましい。

【0064】図14では、図12における(1)(2)に加えて下記の(5)(6)(7)の3点で図9と異ならせてある。

(5) セラミックセパレータ18の本体部18Bの外周面から突出するフランジ状のセパレータ側支持部18Aが、軸線方向中間位置に形成されるタイプで構成されている。このタイプでは、セラミックセパレータ18の後端部側本体部18B外周面と外筒16(後方側外筒部材162)の内周面との間にも空間が形成される特徴がある。

(6) 縮径部16a1、16a2は外径が階段状に小さくなる形態を有し、段部を形成している。縮径部16a1、16a2が階段状の形態のものはテーパ状等の形態のものに比して、外筒16の全長を短縮する上で効果的である。

(7) 外筒側支持部16Aにおいて、折返部16cよりもさらに後方側において、セパレータ側支持部18Aの外周面にほぼ沿うような形態で延長部16dが形成されている。第二外筒部材162と延長部16dとで二重にセパレータ側支持部18Aを保護して耐衝撃性を高めている。この場合、セパレータ側支持部18Aの外周面を外筒側支持部16Aの延長部16dが覆っているため、セパレータ側支持部18Aの外周面と第二外筒部材162の内周面との間に形成される径方向の隙間 S_0 は、延長部16dの肉厚 t_1 分だけ狭くなり、実際に残存している環状の隙間は、 $S_0' = S_0 - t_1$ である(拡大図参照)。

【0065】図15では、図14における(5)に加えて下記の(8)(9)の2点で図9と異ならせてある。

(8) 後方側外筒部材162の前端部に外筒側支持部16Aを形成している。外筒側支持部16Aは、後方側から前方側に向かって第一縮径部16a1、第一筒状部16b1、第二縮径部16a2、第二筒状部16b2及び折返部16c'から構成されている。外筒側支持部16Aの第一筒状部16b1に対して、前方側外筒部材16

1の後端部が前方外側からほぼ同軸的に重ね合わせて連結されている。

(9) セパレータ側支持部18Aの前方側支持面18A1を第二縮径部16a2の後方側支持面16a21で受け止め支持している。

【0066】以上説明した本発明のセンサの構造は、先端が閉じた中空軸状の酸素検出素子を有する酸素センサ以外に、板状の酸素検出素子を有する酸素センサ(いわゆる入型センサ)等にも適用できる。また、酸素センサ以外のガスセンサ、例えばHCセンサや NO_x センサなどにも同様に適用することができる。なお、セラミックセパレータ18は外筒側支持部16Aにおいて直接でなく他部材を介して間接的に支持されていてもよい。さらに、第一及び第二全周接合部16E、16Cはレーザー溶接の他に電子ビーム溶接、ろう接等の手段を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のガスセンサの一実施例たる酸素センサの縦断面図。

【図2】図1の酸素センサの一部拡大縦断面図。

【図3】セラミックセパレータへの組み付け状態を示す分解斜視図。

【図4】外筒の平面図及び正面半断面図。

【図5】セラミックセパレータの平面図、底面図及び半断面図。

【図6】グロメットと通気部との組み付け状態を示す分解斜視図。

【図7】図1の酸素センサの組立方法の一例を示す工程説明図。

【図8】外筒とセラミックセパレータとの組み付け途中の状態を示す説明図。

【図9】外筒とセラミックセパレータとの組み付け後の状態を示す説明図。

【図10】図9のC部の拡大図。

【図11】熱伝導実験での温度測定結果を示すグラフ。

【図12】第一変更例の外筒を組み込んだ状態の図9に相当する説明図。

【図13】第二変更例の外筒を組み込んだ状態の図9に相当する説明図。

【図14】第三変更例の外筒を組み込んだ状態の図9に相当する説明図。

【図15】第四変更例の外筒を組み込んだ状態の図9に相当する説明図。

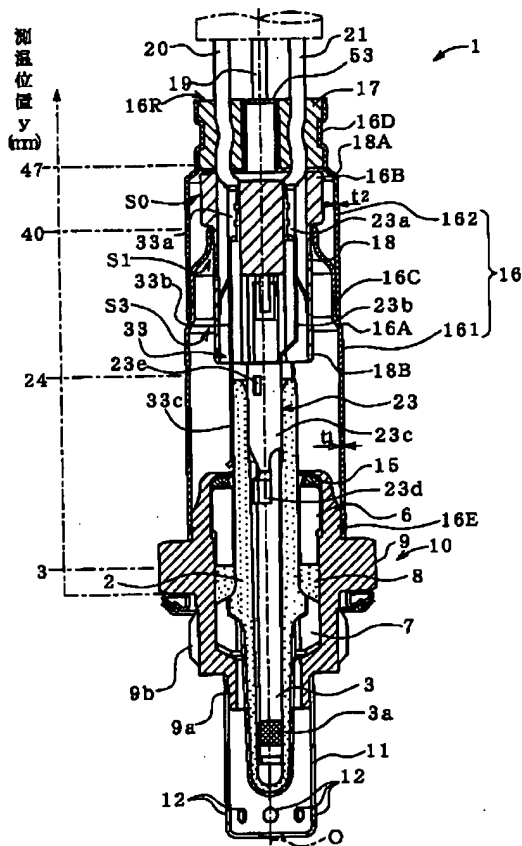
【符号の説明】

1	酸素センサ(ガスセンサ)
2	酸素検出素子(検出素子)
9	主体金具
16	外筒
161	前方側外筒部材
162	後方側外筒部材

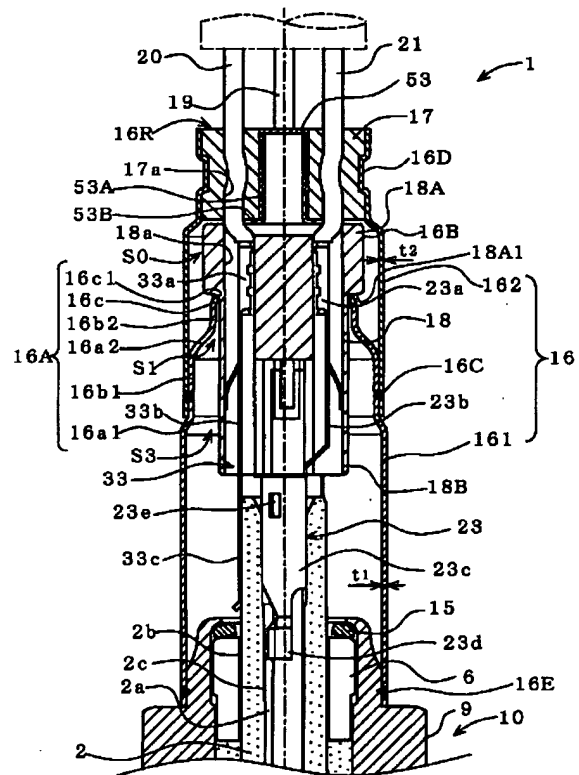
16A 外筒側支持部
 16a1 第一縮径部
 16a2 第二縮径部
 16b1 第一筒状部
 16b2 第二筒状部
 16c 折曲部
 16c1 後方側支持面
 16B 拡径部
 16C 全周レーザー溶接部(第二全周接合部)
 16E 全周レーザー溶接部(第一全周接合部)
 16F 前端開口部
 16R 後端開口部
 17 グロメット

17a リード線挿通孔(第二リード線挿通孔)
 18 セラミックセパレータ(セパレータ)
 18A セパレータ側支持部
 18A1 前方側支持面
 18B 本体部
 18a リード線挿通孔(第一リード線挿通孔)
 19, 20, 21, 22 リード線
 53 通気部
 S0 環状の隙間
 S3 空間部
 t1 前方側外筒部材の肉厚
 t2 後方側外筒部材の肉厚

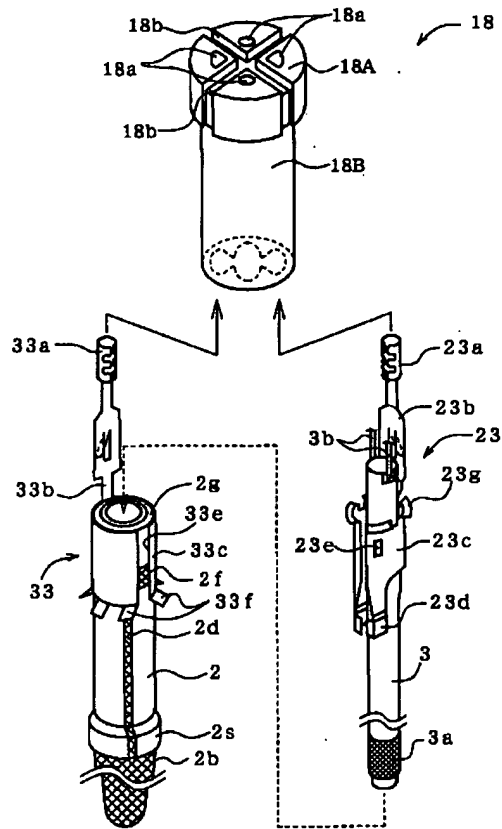
【図1】



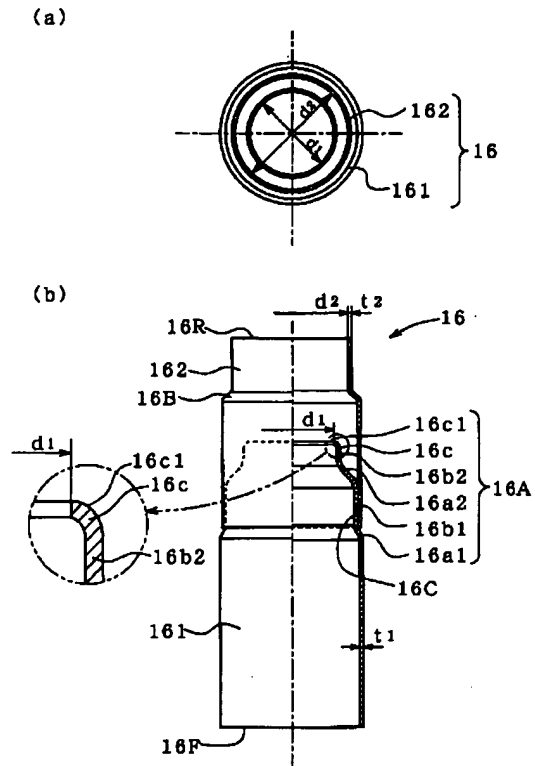
【図2】



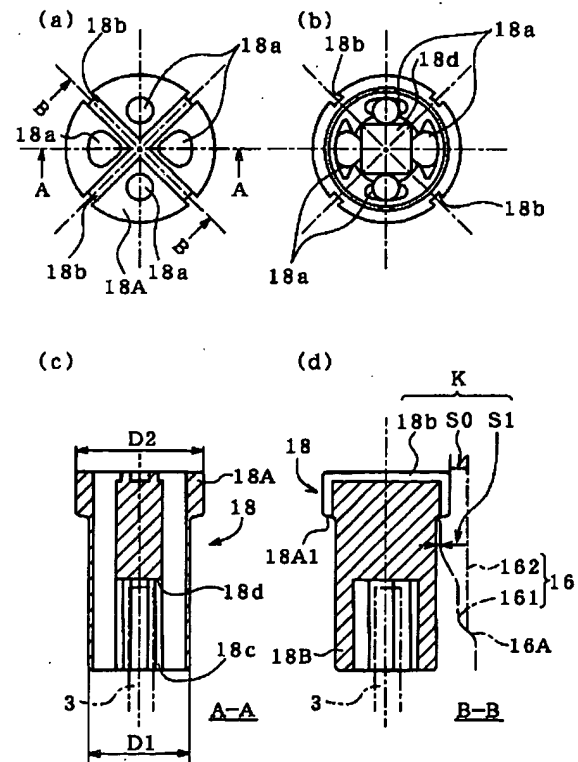
【図3】



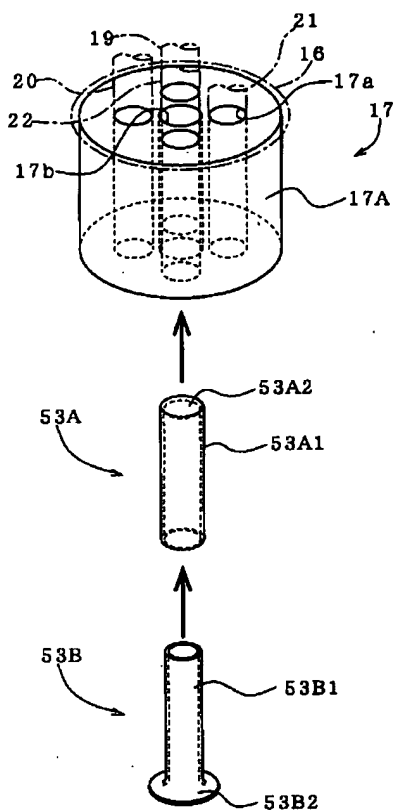
【図4】



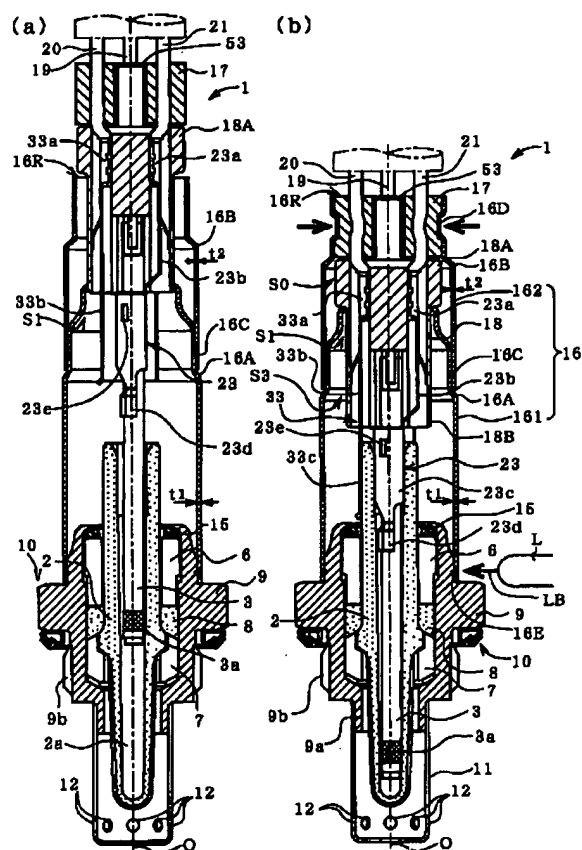
【図5】



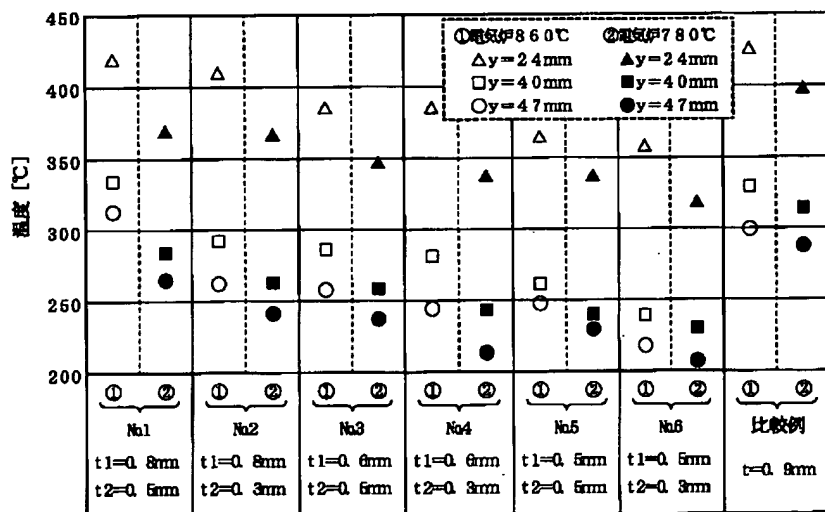
【図6】



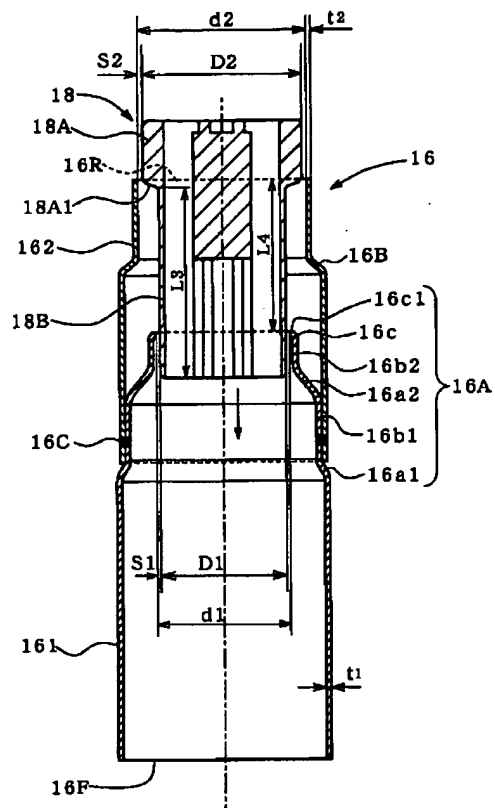
【図7】



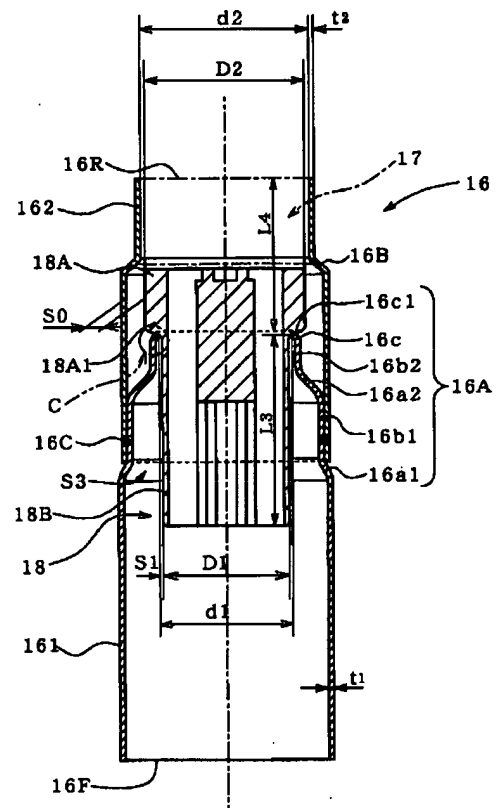
【図11】



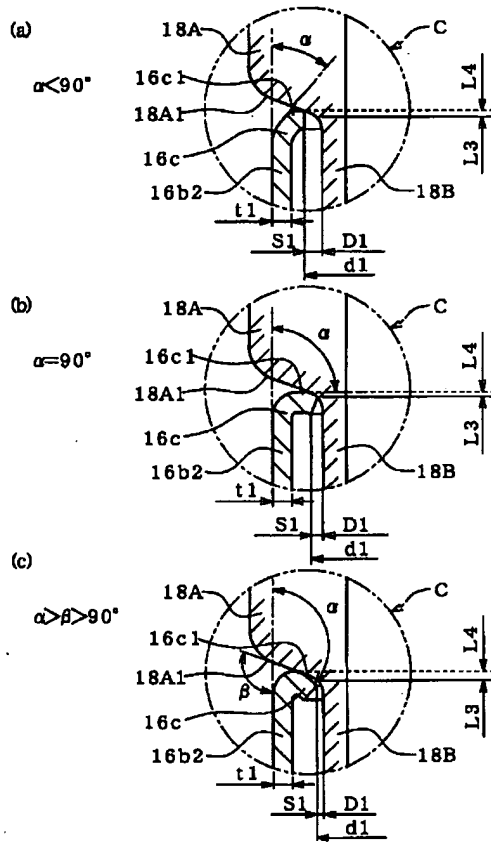
【図8】



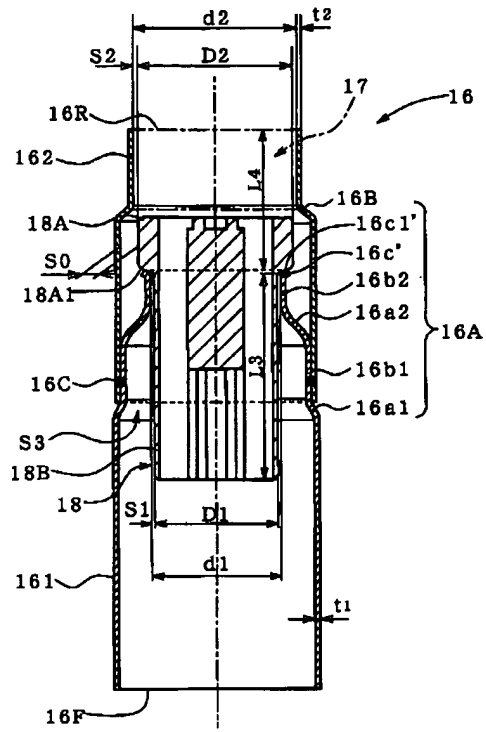
【図9】



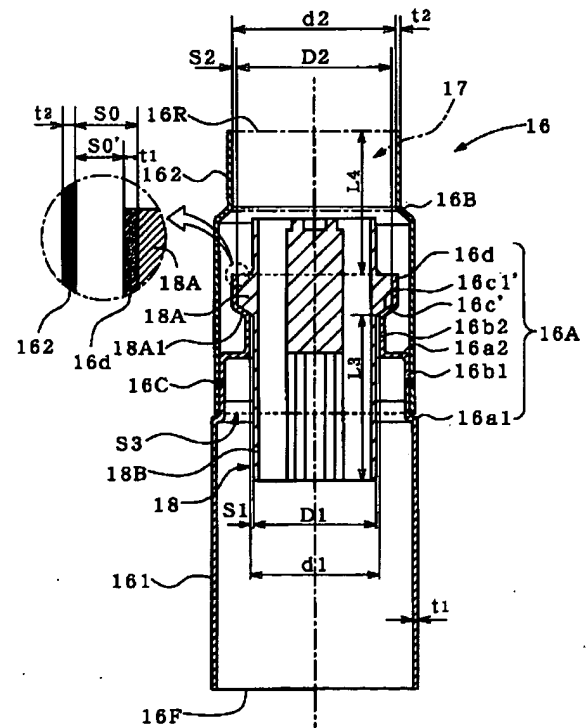
【図10】



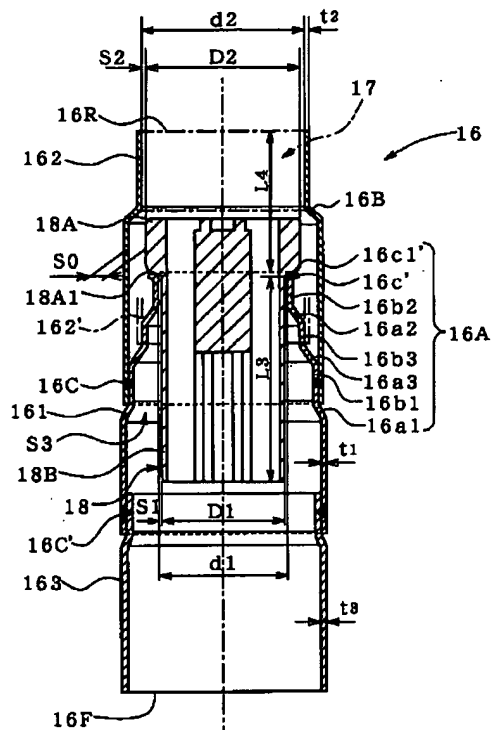
【図12】



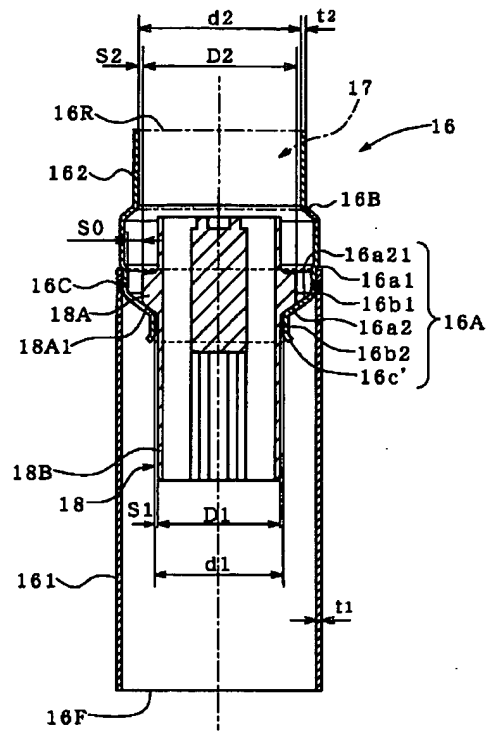
【図14】



【図13】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 浅井 昌弘
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日
本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 石川 聡
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日
本特殊陶業株式会社内

Fターム(参考) 2G004 BB01 BC02 BC07 BC09 BE22
BF14 BF18 BG05 BG09 BH02